AUTOMOTIVE

INFOKOM

MOBILITÄT, ENERGIE & UMWELT

LUFTFAHRT

RAUMFAHRT

VERTEIDIGUNG & SICHERHEIT

Workshop-Reihe „Perspektiven der Modellbildung und Simulation“ – 10. Workshop 2017

Szenarbasierte Analyse von Cyberattacken im Air Traffic Management

Dr. Tobias Kiesling, IABG
Christiane Edinger, DLR

23.01.2017

Agenda

- Das ARIEL-Projekt
- Szenario ATM Capacity Degradation
- Simulationsgestützte Analyse
- Zusammenfassung und Ausblick

 © IABG 2016

Agenda

- Das ARIEL-Projekt
- Szenario ATM Capacity Degradation
- Simulationsgestützte Analyse
- Zusammenfassung und Ausblick

 © IABG 2016

Das Projekt ARIEL – Air Traffic Resilience

- Ziel: Entwicklung und Erprobung ganzheitlicher Methoden zur Analyse der Cyber-Resilienz der zivilen Lufttransport-Infrastruktur

DFS Deutsche Flugsicherung

IABG

AIRBUS GROUP

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN MÜNCHEN

ARIEL AIR TRAFFIC RESILIENCE

DLR

Fraunhofer AISEC

Bauhaus Luftfahrt Neue Wege.

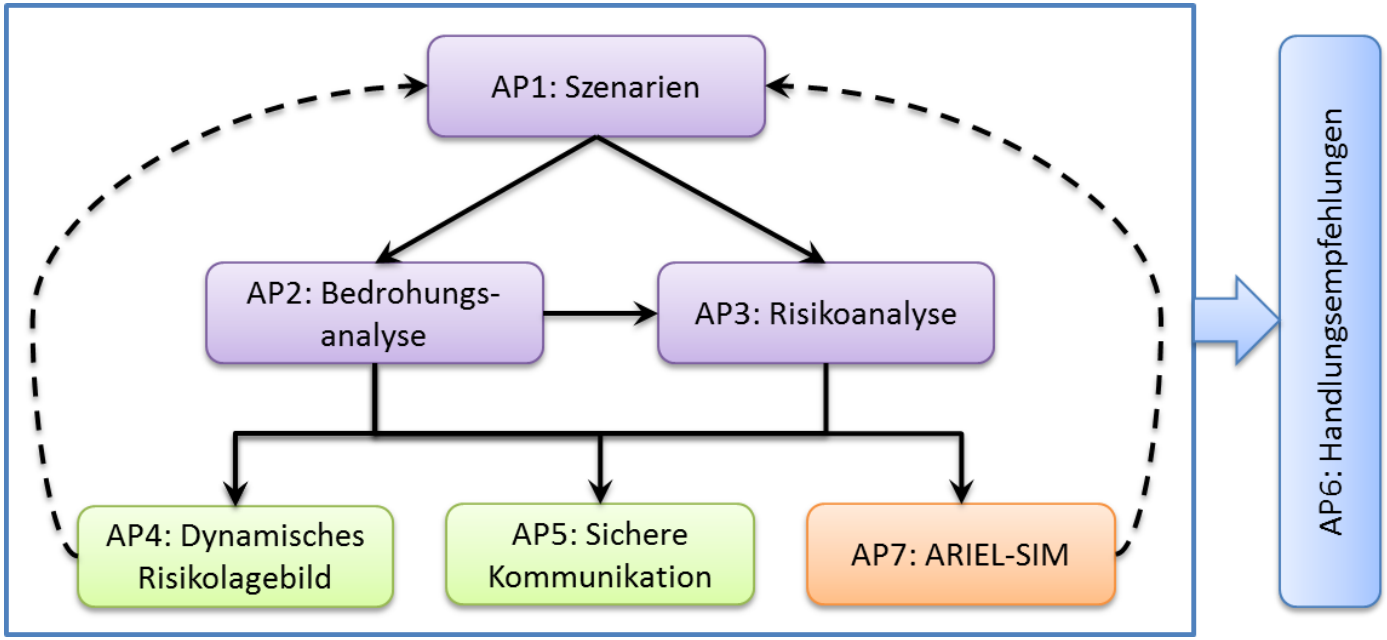
Universität der Bundeswehr München

Unterstützt durch den Freistaat Bayern

LUDWIG BÖLKOW CAMPUS AEROSPACE | SECURITY

IABG DLR

Fakten zum ARIEL-Projekt



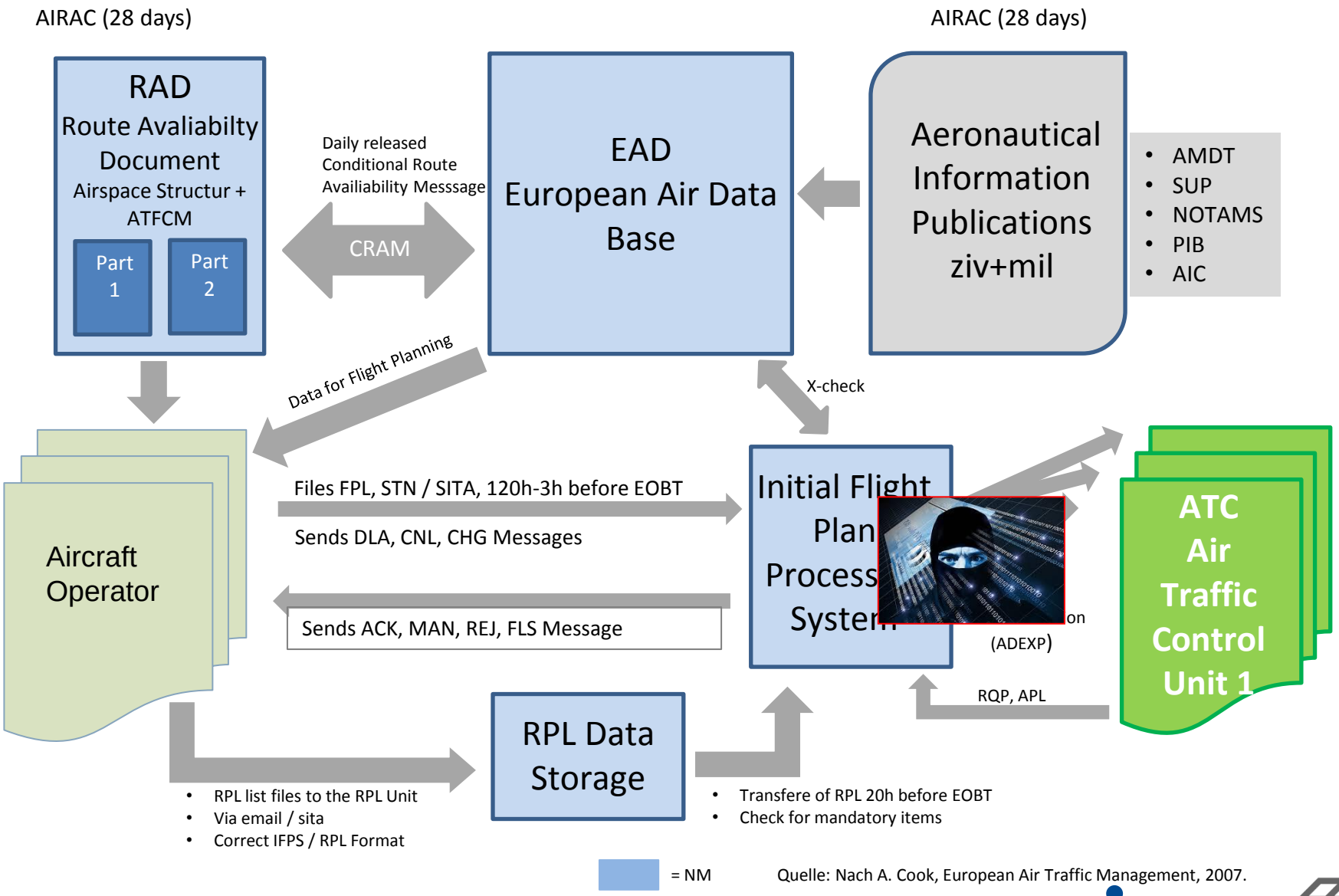
- Projektlaufzeit 31 Monate
  - 01.01.2015 bis 31.07.2017
- Budget
  - Gesamtbudget: ca. 2,6 Mio €
  - Gesamtförderung: ca. 1,5 Mio €
- Projektkontext
  - Gefördert vom bayerischen StMWi im bay. Luftfahrt-Forschungsprogramm
  - Angesiedelt am Ludwig Bölkow Campus Aerospace & Security

Agenda

- Das ARIEL-Projekt
- Szenario ATM Capacity Degradation
- Simulationsgestützte Analyse
- Zusammenfassung und Ausblick

 © IABG 2016

Verarbeitungsprozess von Flugplandaten



Quelle: Nach A. Cook, European Air Traffic Management, 2007.

ARIEL-Szenarien: Manipulation von Flugplandaten

Szenario	Target	Action on Target	PrePl	Flight
1	RAD	Randomized opening / closure of conditional routes in the “xyz area”	✔	✔
2	RAD	Randomized distribution of route flow restriction for different FPL’s	✔	
3	RAD	Randomized change of RAD restrictions	✔	✔
4	AIP / EAD	Distribution of invalid Pre – Flight Information Bulletin (PIB) Message “ Aerodrome XYZ closed due to emergency in progress”	✔	✔
5	IFPS	Randomized invalid REJ or FLS Message of FPL to A/C Operator	✔	
6	IFPS	Randomized invalid cancellation of FPL Data at EOBT -10min	✔	
7	IFPS ATC	Manipulation of FPL Data Flight Level / Route / Speed	✔	✔
8	ATC	Manipulation of Aircraft Type and Wake Category		✔
9	RPL	Randomized revision of RPL NLST or RLST from different A/C Operator at EOBT - 21h	✔	
10	CASA ETFMS	Distribution of invalid Slot Allocation Message for different FPL`s	✔	

 © IABG 2016

Detailszenario: Manipulation des „Requested Flight Level“

Szenario	Target	Action on Target	PrePl	Flight
…	…	…	…	…
7	IFPS/ATC	Manipulation of FPL Data Flight Level / Route / Speed	✔	✔
…	…	…	…	…

- Manipulation des vom Fluglotsen genutzten Flugplans
  - Inkonsistenzen zwischen Fluglotsen und Pilot
  - Zeit- und Treibstoff-Planung des Piloten beruht auf eigenem Flugplan
  - Aber: Tatsächlich zu fliegende Route vom Lotsen bestimmt

- Arten der Manipulation
  - Löschen von Flugplänen
  - **Änderung der Flughöhe im “Cruise” (Level Capping Scenario)**

 © IABG 2016

Agenda

- Das ARIEL-Projekt
- Szenario ATM Capacity Degradation
- **Simulationsgestützte Analyse**
- Zusammenfassung und Ausblick

 © IABG 2016

Nutzung des DLR-Simulators TrafficSim-FL

Impact of Cyber Attack on

Aircraft

- Cost Effectiveness
  - Fuel consumption
  - Flight Time
- Noise
- Safety, Incidents
  - Separation Violation, Low Fuel
- Assistance tools
- Situation Awareness, HMI acceptance

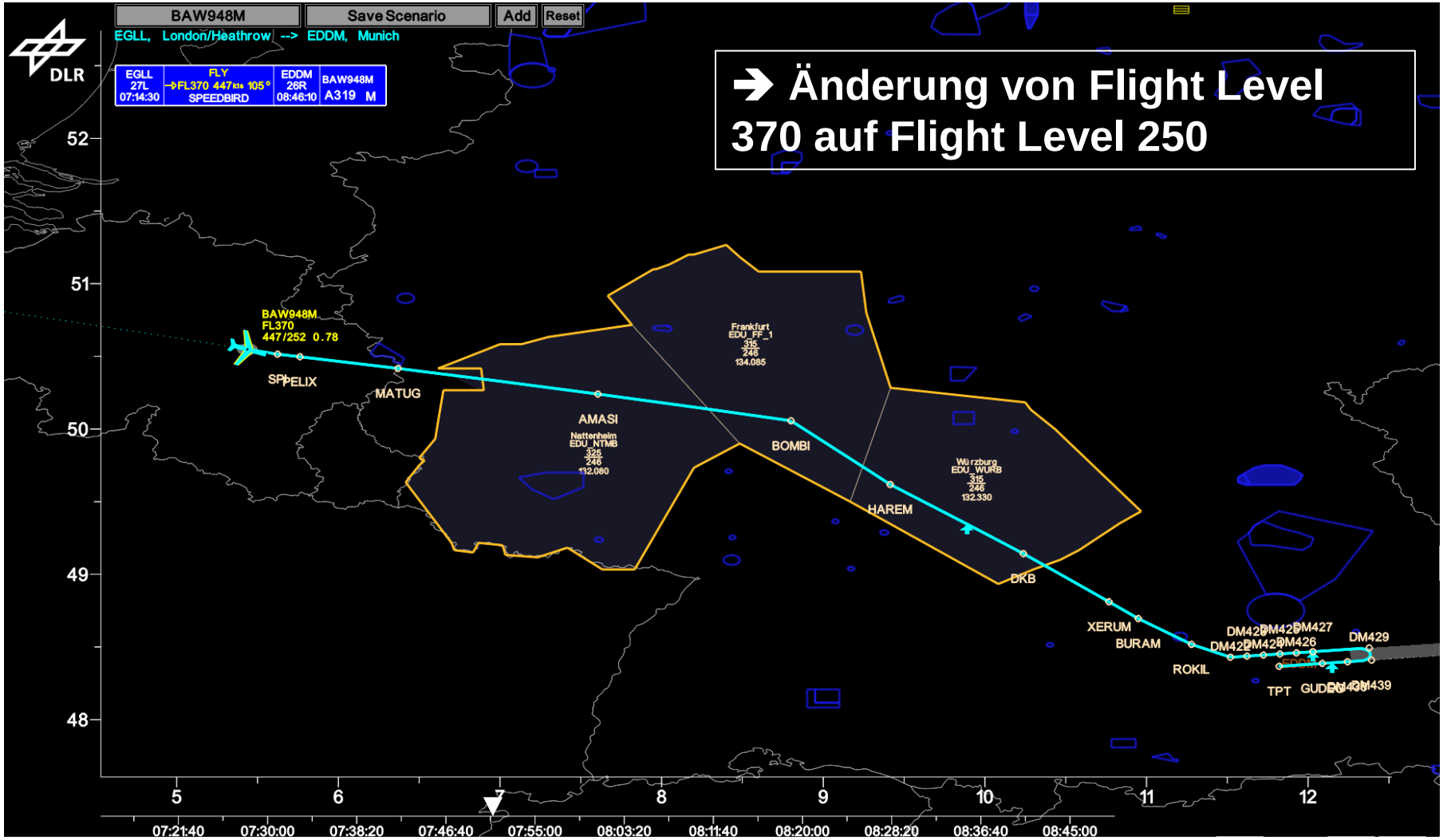
ATCO

- Controller workload:
  - Questionnaire
  - Secondary task
  - Conflicts likelihood
  - Traffic density
- Assistance tools
- Situation Awareness, HMI acceptance

Airport

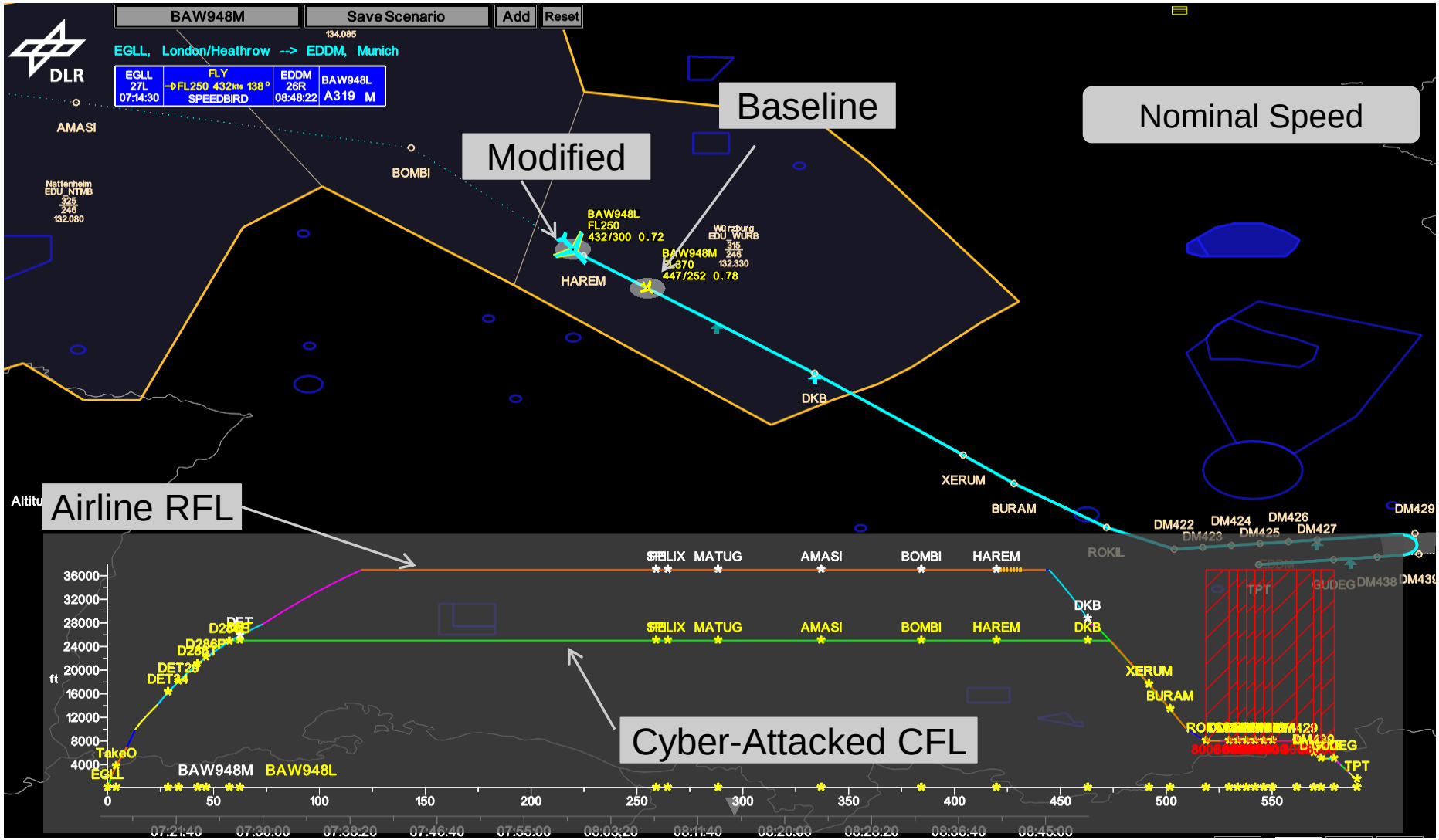
- Capacity
  - Arrival/departure sequence

Auswirkungen auf das Flugzeug



Quelle: DLR, 2017.

Auswirkungen auf das Flugzeug



Auswirkungen auf das Flugzeug

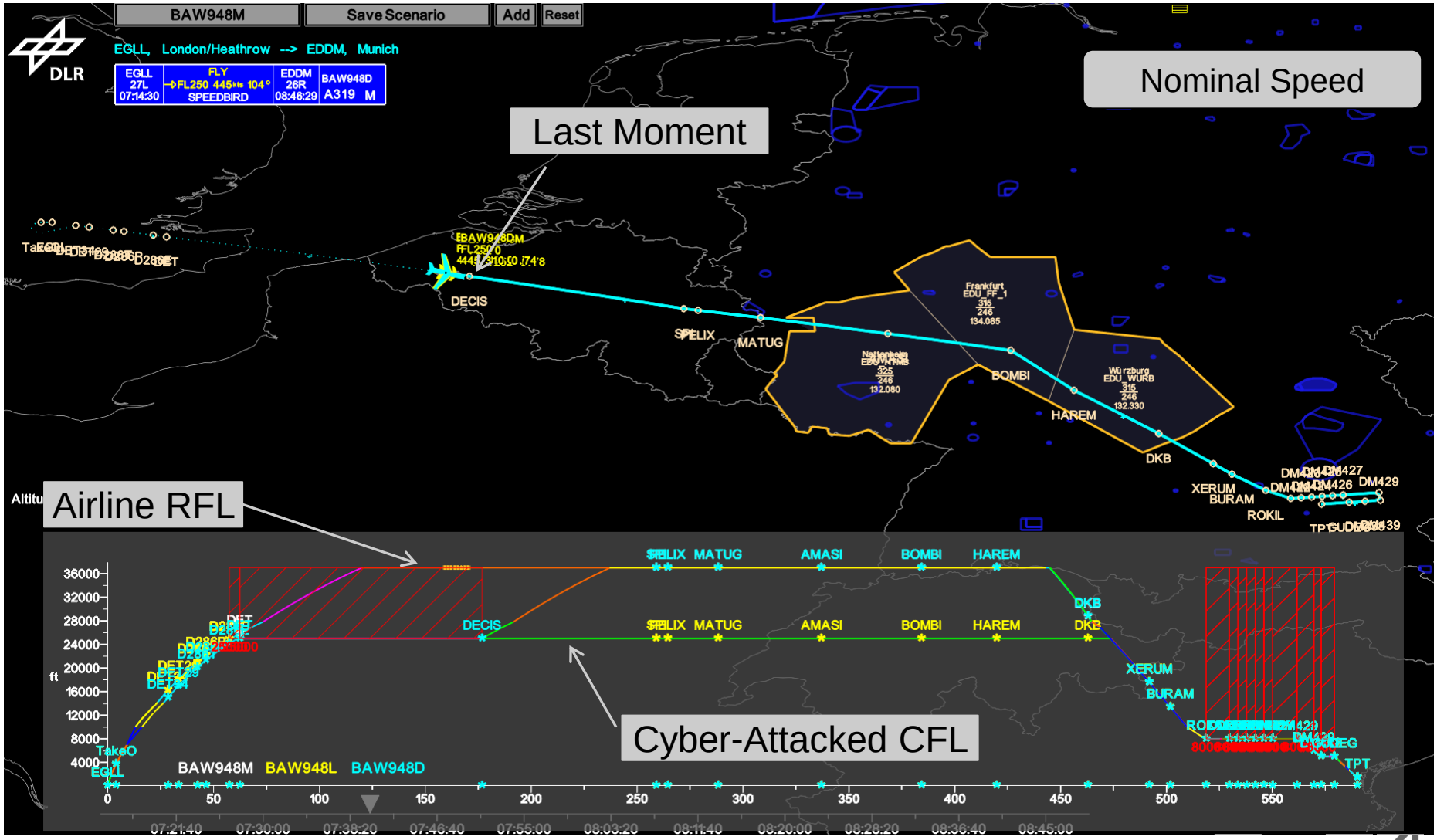
BAW948M-Baseline:

Route Length (Nm)	Cruise Mach	Flight Time	Diversion Fuel (kg)	Contingency Fuel (kg)	Fuel Consumption (kg)
590 Cruise: 325	0.78 (CAS: 252 kts)	01:31:39	1826 (1025+801)	171	3435

BAW948M-Cyber-Attacked: CFL250

Route Length (Nm)	Cruise CAS (Mach)	Additional Flight Time (mm:ss)	Additional Fuel Consumption [1] (kg)	Max Negotiation Time Pilot ⇔ ATC	Loss of Range (Nm)
590, Cr:417	300 kts (0.72)	+2:12 (2.4%)	+546 (16%)	15:12	63 (10.7%)
590, Cr:425	270 kts (0.65)	+8:39 (9.4%)	+357 (10.4%)	25:26	33(5.6%)
590, Cr: 430	240 kts (0.58)	+18:26 (20%)	+180 (5.3%)		

Auswirkungen auf das Flugzeug



TrafficSim-FL: Proof of Concept

Impact of Cyber Attack on

Aircraft

- Cost Effectiveness
  - Fuel consumption
  - Flight Time
- Noise
- Safety, Incidents
  - Separation Violation, Low Fuel
- Assistance tools
- Situation Awareness, HMI acceptance

ATCO

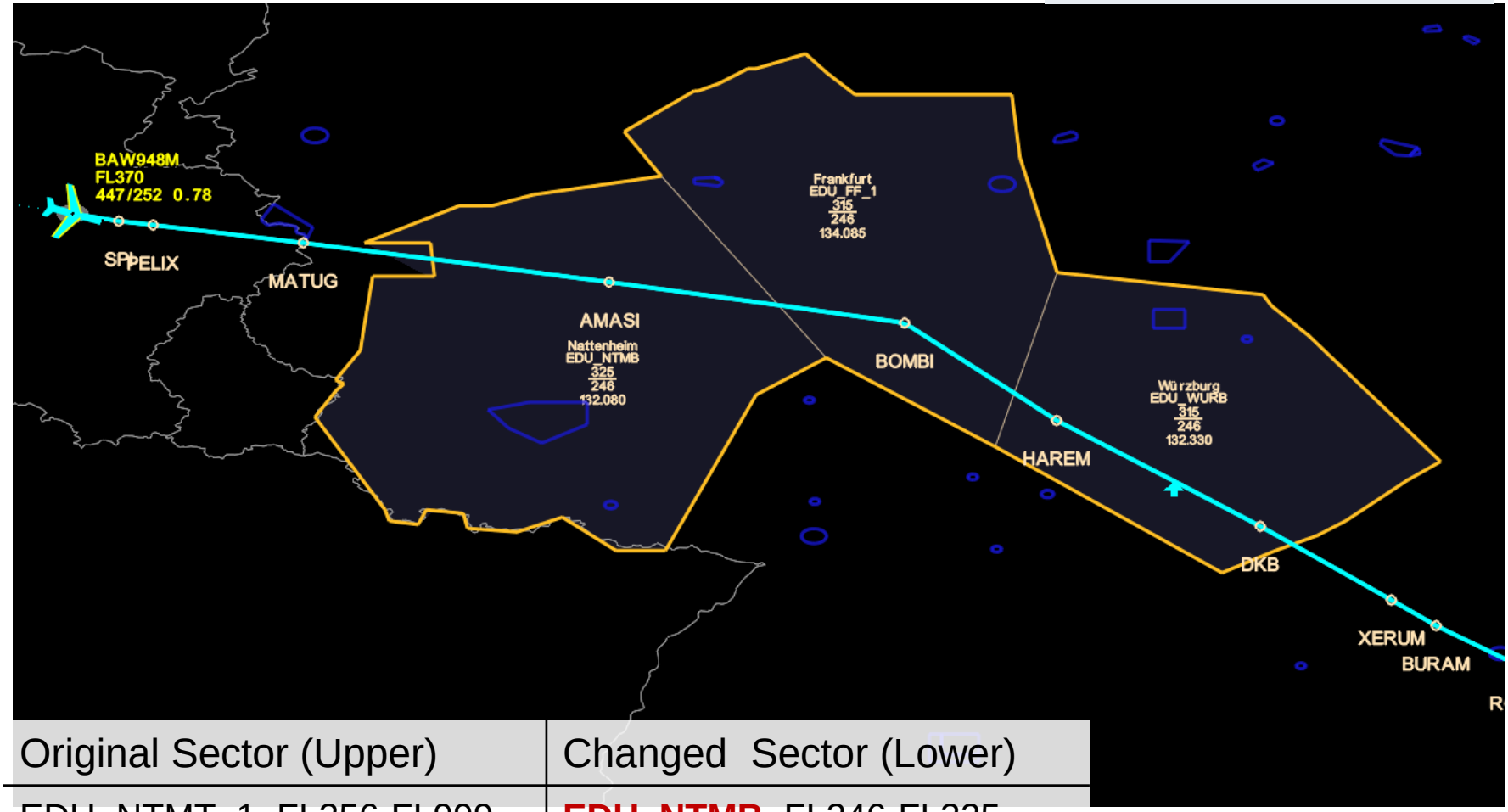
- Controller workload:
  - Questionnaire
  - Secondary task
  - Conflicts likelihood
  - Traffic density
- Assistance tools
- Situation Awareness, HMI acceptance

Airport

- Capacity
  - Arrival/departure sequence

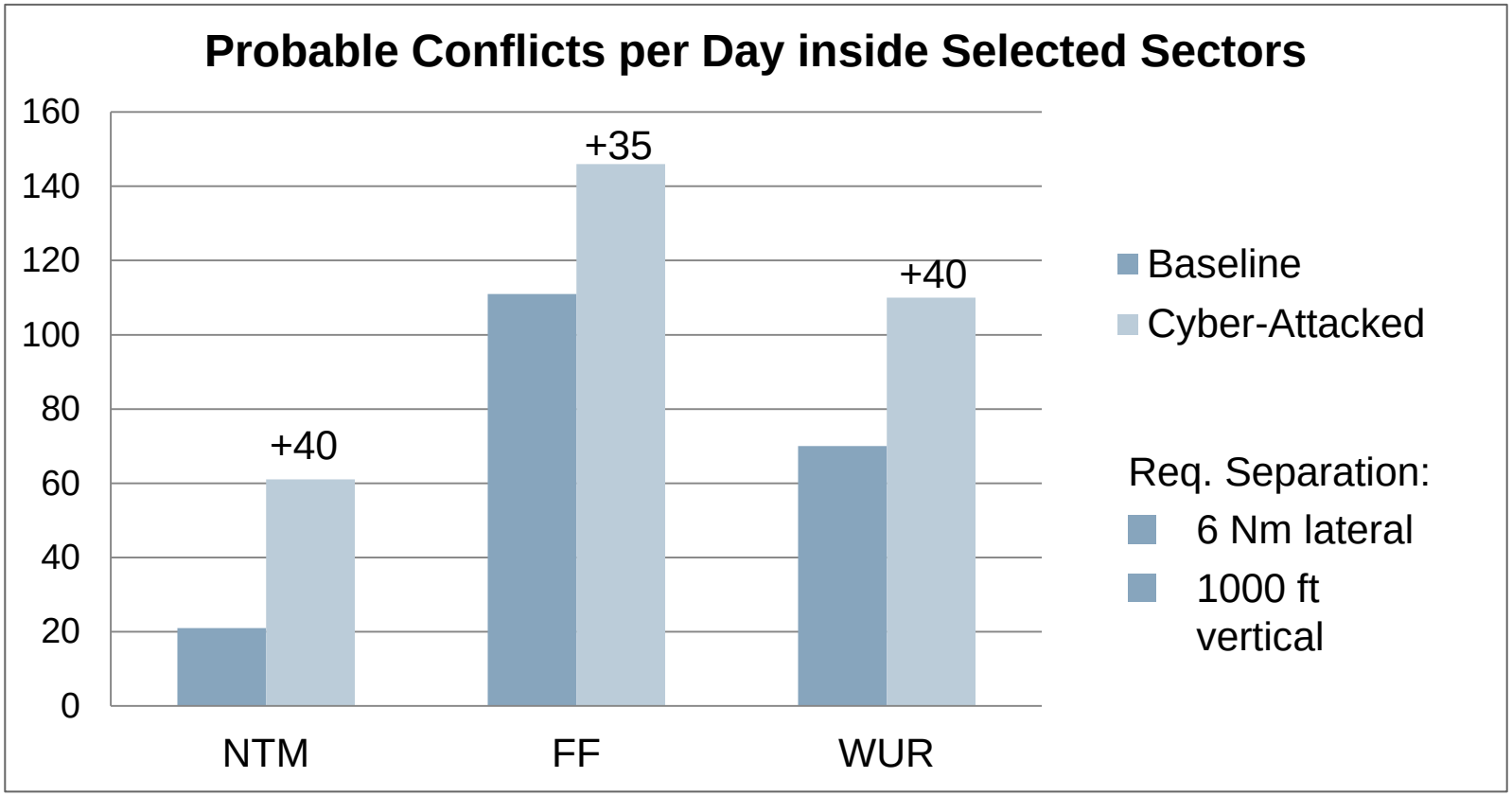
Betrachtung des Fluglotsen-Workload

Baseline Traffic FL250-FL320



Original Sector (Upper)	Changed Sector (Lower)
EDU_NTMT_1, FL356-FL999	**EDU_NTMB**, FL246-FL325
EDU_FF_4, FL356-FL385	**EDU_FF**, FL246-FL315
EDU_WMT_1, FL356-FL385	**EDU_WURB**, FL246-FL315

Betrachtung des Fluglotsen-Workload



Aircraft per day:	NTM	FF	WUR
Baseline	446	932	855
Cyber-Attacked	780	1197	1081

TrafficSim-FL: Proof of Concept

Impact of Cyber Attack on

Aircraft

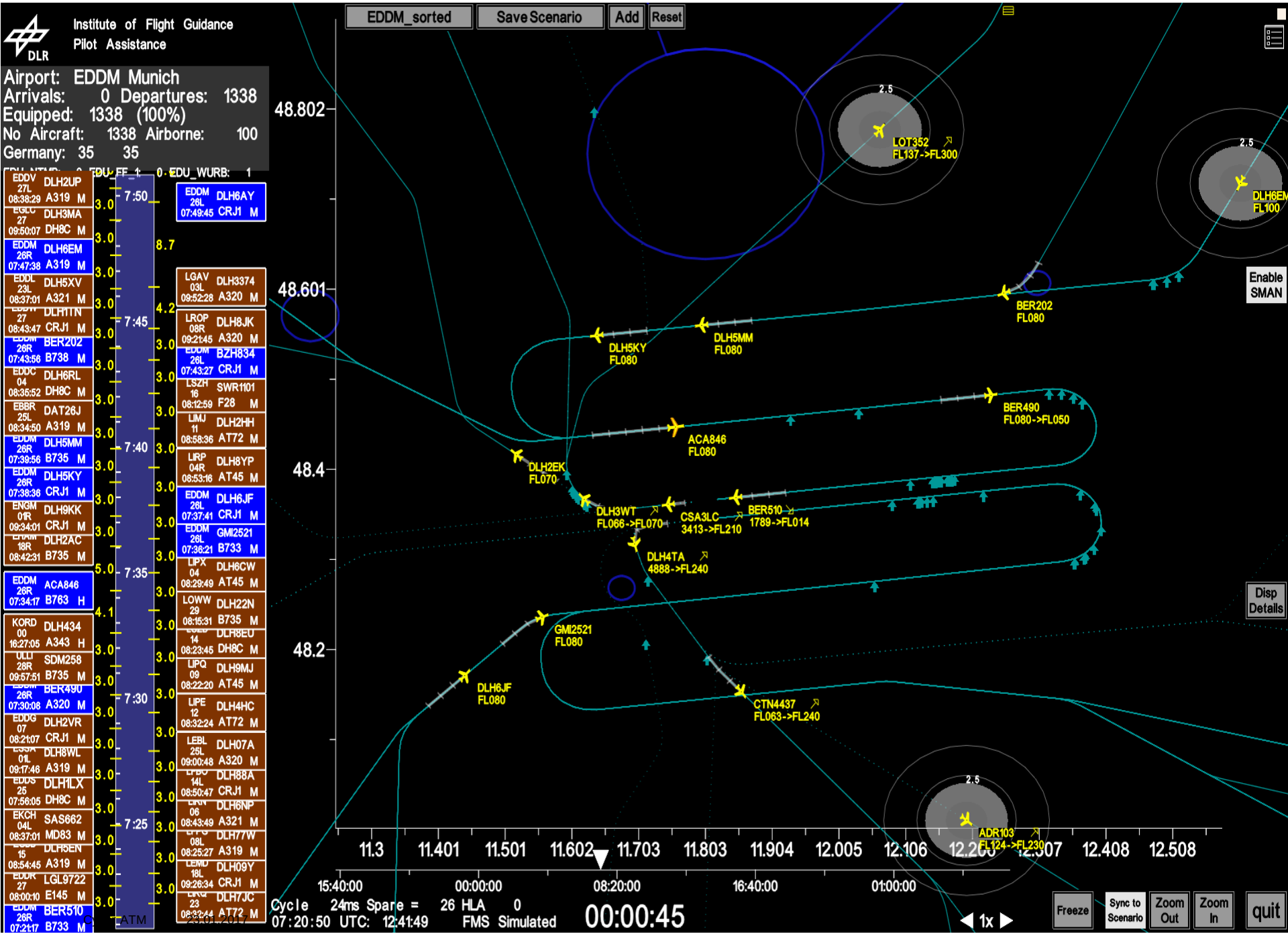
- Cost Effectiveness
  - Fuel consumption
  - Flight Time
- Noise
- Safety, Incidents
  - Separation Violation, Low Fuel
- Assistance tools
- Situation Awareness, HMI acceptance

ATCO

- Controller workload:
  - Questionnaire
  - Secondary task
  - Conflicts likelihood
  - Traffic density
- Assistance tools
- Situation Awareness, HMI acceptance

Airport

- Capacity
  - Arrival/departure sequence


DLR
Institute of Flight Guidance
Pilot Assistance
Airport: EDDM Munich
Arrivals: 0 Departures: 1338
Equipped: 1338 (100%)
No Aircraft: 1338 Airborne: 100
Germany: 35 35
EDDM_sorted
Save Scenario
Add
Reset
Enable SMAN
Disp Details
LOT352 FL137->FL300
DLH6EM FL100
BER202 FL080
DLH5KY FL080
DLH5MM FL080
BER490 FL080->FL050
ACA846 FL080
DLH2EK FL070
DLH3WT FL066->FL070
CSA3LC 3413->FL210
BER510 1789->FL014
DLH4TA 4888->FL240
GMI2521 FL080
DLH6JF FL080
CTN4437 FL063->FL240
ADR103 FL124->FL230
48.802
48.601
48.4
48.2
11.3
11.401
11.501
11.602
11.703
11.803
11.904
12.005
12.106
12.207
12.307
12.408
12.508
15:40:00
00:00:00
08:20:00
16:40:00
01:00:00
Cycle 24ms Spare = 26 HLA 0
07:20:50 UTC: 12:41:49 FMS Simulated
00:00:45
1x
Freeze
Sync to Scenario
Zoom Out
Zoom In
quit

Agenda

- Das ARIEL-Projekt
- Szenario ATM Capacity Degradation
- Simulationsgestützte Analyse
- Zusammenfassung und Ausblick

 © IABG 2016

Zusammenfassung

- Das ARIEL-Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung und Erprobung ganzheitlicher Methoden der Bedrohungs- und Risikoanalyse
- Das ARIEL-Szenario „ATM Capacity Degradation“ betrachtet verdeckte Cyber-Angriffe zur Manipulation von Flugplandaten
- Verschiedene Varianten dieses Szenarios derzeit mit Hilfe von Simulation in Bezug auf die Auswirkungen der potentiellen Angriffe untersucht
- Ermittlung von Auswirkungen auf das einzelne Flugzeug, auf die Auslastung der Fluglotsen sowie auf die von den Flügen betroffenen Flughäfen
- Fazit: Simulation als ausgezeichnetes Mittel der eingehenden Analyse der Auswirkungen von Cyber-Angriffen für detaillierte Szenarien

 © IABG 2016

Ausblick: ARIEL-Handlungsempfehlungen

Develop the structural and procedural basis for continuous cyber resilience analysis

Managing interdisciplinary cyber risk analysis teams

Developing and maintaining cyber threat scenarios

Ensure the interoperability of cyber-relevant models and data

Refine and evolve dynamic risk analysis methods

Safety & Security: ensure consistency and enable synergies

Resilience-by-design

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

AUTOMOTIVE | INFOKOM | MOBILITÄT, ENERGIE & UMWELT | LUFTFAHRT | RAUMFAHRT | VERTEIDIGUNG & SICHERHEIT

Program Manager Cyber Defence

Dr. Tobias Kiesling

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. +49 89 6088 - 2281
Fax +49 89 6088 – 3993
Mobil +49 151 61866867
kiesling@iabg.de

Kontakt

Bereichsleitung
Services

Dr. Karsten Deiseroth

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. + 49 89 6088 - 2800
Fax + 49 89 6088 - 4015
deiseroth@iabg.de

Competence Centers

Holger Spangenberg

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. + 49 89 6088 - 3133
Fax + 49 89 6088 – 3018
spangenberg@iabg.de

Operations & Platforms

Patrick Strauß

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. + 49 89 6088 - 2455
Fax + 49 89 6088 - 4015
straussp@iabg.de

International Sales

Franz Kreutzer

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. + 49 89 6088 - 3625
Fax + 49 89 6088 - 3608
kreutzerf@iabg.de

Finance & Contracts

Peter Steckbauer

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. + 49 89 6088 - 3235
Fax + 49 89 6088 - 4015
steckbauer@iabg.de

Political Affairs

Alexander Renner

Friedrichstr. 185 Haus E
10117 Berlin
Tel. + 49 30 2939 91 -26
Fax + 49 30 2939 91 – 44
renner@iabg.de

Smart Tools & Solution

Matthias Grögor

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn
Tel. + 49 89 6088 - 2316
Fax + 49 89 6088 - 4015
groegor@iabg.de

 © IABG 2016